

曲線を有する鋼少数連続I桁橋の横構の設置検討

（株）日本構造橋梁研究所
中日本高速道路（株）
三菱重工鉄構エンジニアリング（株）
片山ストラテック（株）

正会員 ○山田 達哉
正会員 溝上 善昭
正会員 荒木 健二
正会員 山野 修

1.はじめに

鋼少数連続I桁橋は、RC床版よりも剛性の高いPC床版や合成床版と鋼桁で横荷重に抵抗することにより、多主鉄桁に設けられていた横構の省略が可能となっている。

従来のI桁橋で使用される横構は、風や地震等の横荷重に対して設計される二次部材であるが、曲線を有するI桁橋では、死荷重や活荷重などの主荷重により発生する変形に対して立体形状を保持する役割を担う。また、橋面荷重や活荷重に対しては、床版も変形を拘束する部材として考慮できるが、鋼桁架設時や床版打設時には、鋼桁単体で抵抗する必要があることから橋梁の形状や架設方法によっては重要な部材の一つとなる。

鋼少数連続I桁橋においても、曲線を有する場合には、従来のI桁同様に主桁にねじりモーメントが発生するため、閉断面に近い主桁形式として、横構の設置検討が必要となってくる。

本稿では、中日本高速道路（株）舞鶴若狭自動車道路線内の橋梁のうち、曲線半径の比較的小さい上ノ谷橋と敦賀JCT橋の設計の中で行った横構の設置検討について報告する。橋梁諸元を表-1に示す。

2. 検討内容

(1) 上ノ谷橋

主桁架設時と床版完成後における横構の有無が構造の立体形状の保持に対する影響を検討するため、3次元弾塑性有限変位FEMモデルによる耐荷力解析を行った。

載荷荷重は、幾何学的非線形を考慮した大変形を行うため、表-2に示すケースで死荷重または活荷重の荷重倍率を漸増させ、支点上及び支間中央における上フランジ位置での横方向変位と、応力分布図より主桁全体の応力状態の確認を行った。

活荷重載荷位置は、等価支間長が長く主桁の正曲げモーメントが最も大きくなるS1-P1径間とした。（図-1）

(2) 敦賀 JCT 橋

敦賀 JCT 橋は先に解析を行った上ノ谷橋より曲線半径が大きいことから、主桁架設時を中心に横構必要範囲の検討を行った。表-3に検討ケースを示す。荷重載荷方法および検討方法は上ノ谷橋にと同一条件とした。

表-1 橋梁諸元

	上ノ谷橋	敦賀 JCT 橋
橋梁形式	鋼 4 径間連続 2 主鉄桁	鋼 3 径間連続 2 主鉄桁
橋長(m)	180.7	122.8
支間割	43+2@51.5+32.7	32+48+40.8
幅員(m)	6.25	7.75
床版支間(m)	3.1	3.8
曲線半径(m)	R=200	R=240

表-2 検討ケースおよび荷重(上ノ谷橋)

	床版	上下横構	荷重
Case.1	なし	あり	死荷重 (鋼重) +床版自重 (漸増載荷)
Case.2	あり	あり	死荷重 (鋼重+床版+橋面荷重) +活荷重 (漸増載荷)
Case.3	なし	なし	死荷重 (鋼重) +床版自重 (漸増載荷)
Case.4	あり	なし	死荷重 (鋼重+床版+橋面荷重) +活荷重 (漸増載荷)

表-3 検討ケースおよび荷重(敦賀 JCT 橋)

	床版	横構の設置		荷重
		下横構	上横構	
Case.1	なし	なし	なし	死荷重 (鋼重) +床版自重 (漸増載荷)
Case.2	なし	全範囲	なし	死荷重 (鋼重) +床版自重 (漸増載荷)
Case.3	なし	全範囲	全範囲	死荷重 (鋼重) +床版自重 (漸増載荷)
Case.4	なし	全範囲	支点両隣の格点間	死荷重 (鋼重) +床版自重 (漸増載荷)

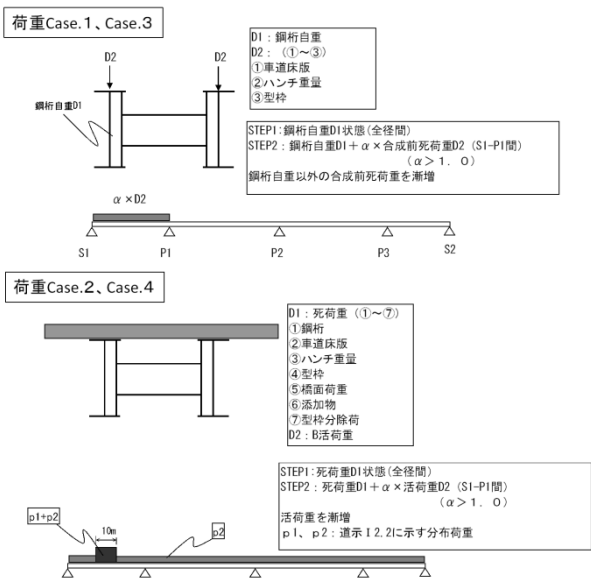


図-1 荷重載荷図(上ノ谷橋)

キーワード：曲線橋、横構、鋼少数桁、舞鶴若狭自動車道
連絡先：〒460-0003 名古屋市中区錦 2-18-19 三井住友銀行名古屋ビル NEXCO 中日本 名古屋支社内 TEL052-222-3436

3.検討結果

(1)上ノ谷橋

荷重倍率を鋼材の許容応力度となる基準降伏点に対する安全率である 1.7 とした場合の支間中央の水平変位は、横構のあるケース1,2 では、最大 7.6mm となるのに対して、横構が無く、床版もモデル化していないケース 3 においては 117.6mm と大きい値となった。床版をモデル化し、横構の無いケース 4 では荷重倍率 1.0 と 1.7 で大きな差は発生しなかった。(表-4)

床版をモデル化したケース2とケース 4 における床版の主応力分布を図-2に示す。横構の無いケース4では、曲線半径に対して外桁となる付近の床版に主応力が集中しているのに対して、横構のあるケース2では床版に発生する主応力は外桁側に分布するが、主応力の値は均一であることが確認できる。

床版をモデル化していないケース1とケース3の荷重倍率と水平変位の関係を図-3に示す。横構が無いケース1では、荷重倍率初期の段階から非線形になり、その後の変位が急激に増加するのに対して、横構があるケース3では、荷重倍率に対する変位が線形的となり変位も小さいことが確認できる。

(2)敦賀 JCT 橋

横方向変位量を表-5、荷重倍率と水平変位の関係を図-4に示す。横構を設置しないケース1では荷重倍率 1.7 に対して変位が 55.0mm となり、漸増荷重とともに変位が大幅に増大することが確認できる。下横構のみ設置したケース 2 は、変位が 39.6mm となりケース1に比べて小さく、荷重倍率に対する変位増加量も小さいものとなることが確認できる。上下に横構を設置したケース 3 では、荷重倍率 1.7 の時点で変位が 9.3mm となり変位の大幅な拘束が確認できる。これは、主桁断面が疑似箱桁化されることで変位拘束された結果であると考えられる。ケース 3 に対して上横構を支点を跨ぐ格点間としたケース 4 ではケース 3 から変位が増加するが、その差は 9.5mm と僅かであることが確認できる。

4. まとめ

曲線半径・床版支間の違いによりねじり荷重や断面剛性が変化するため一概には言えないが、今回検討を行った橋梁の構造形式・橋梁規模においては、横構を取り付けることにより、ねじり抵抗が増加し、横方向変位を抑えられることが確認できた。また、床版硬化後においても横構を残置することにより、床版に作用する応力を低減する効果があることが確認できた。さらには上横構の設置範囲を支点を跨ぐ格点間とするケースでも、ねじりに対する抵抗が十分あることが確認できた。

表-4 水平変位(上ノ谷橋) (mm)

ケース	床版	横構の設置		支間中央	
		下横構	上横構	$\alpha=1.0$	$\alpha=1.7$
Case.1	なし	全範囲	全範囲	4.6	7.6
Case.2	あり	全範囲	全範囲	4.4	4.6
Case.3	なし	なし	なし	54.7	117.6
Case.4	あり	なし	なし	23.8	23.3

表-5 水平変位(敦賀 JCT 橋) (mm)

ケース	床版	横構の設置		支間中央	
		下横構	上横構	$\alpha=1.0$	$\alpha=1.7$
Case.1	なし	なし	なし	26.4	55.5
Case.2	なし	全範囲	なし	22.1	39.6
Case.3	なし	全範囲	全範囲	5.5	9.3
Case.4	なし	全範囲	支点同隣の格点間	10.9	18.8

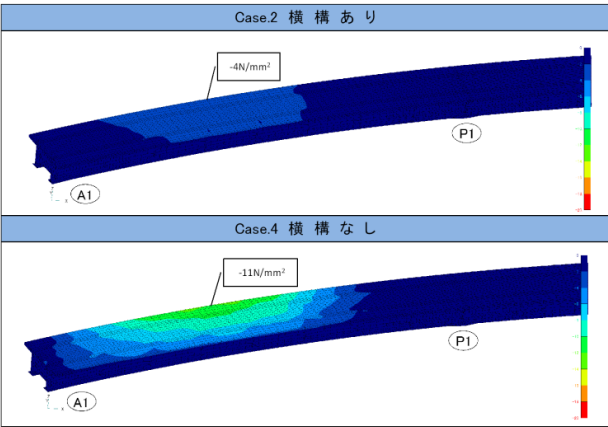


図-2 床版主応力分布

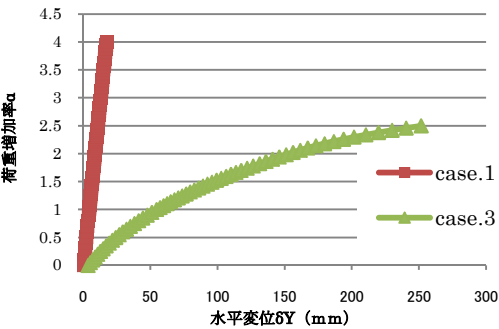


図-3 荷重倍率と支間中央水平変位(上ノ谷橋)

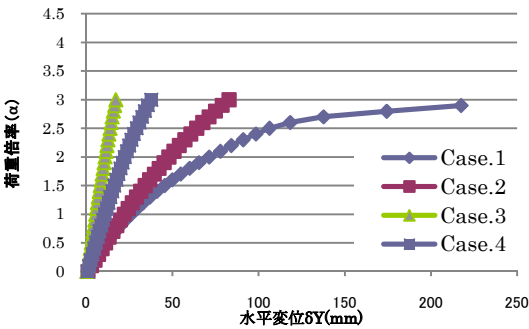


図-4 荷重倍率と支間中央水平変位(敦賀 JCT 橋)